

# Hvordan kan Norge bli et klimavennlig samfunn?

Jørgen Randers og  
Knut H. Alfsen

Lavutslippsutvalget fikk våren 2005 i oppgave av regjeringen å utrede hvordan Norge kan redusere sine klimagassutslipp med omlag to tredjedeler fra «dagens nivå» innen 2050. Dette er dramatiske reduksjoner, og mange vil stille spørsmål om dette er nødvendig, og om det er mulig innenfor rimelige økonomiske rammer. Utvalget konkluderte i sin rapport (NOU 2006:18 Et klimavennlig Norge) at dette både er nødvendig, mulig å gjennomføre og heller ikke umulig dyrt. I sin rapport foreslo utvalget en pakke med 15 tiltak for å oppnå en slik reduksjon, antydte mulige virkemidler og anga hva som må gjøres på kort sikt for å nå målet.

## Klimaproblemet og Norges rolle

Hvorfor bør Norge redusere sine klimagassutslipp med om lag to tredjedeler innen 2050? Årsaken til at man overhodet vurderer å legge restriksjoner på norske utslipp er selvfølgelig en økende forståelse for at jorden står overfor et klimaproblem, og at de globale utslippene må begrenses drastisk for at man populært sagt ikke skal sette klimaet «over styr».

## Kjernen av klimaproblemet

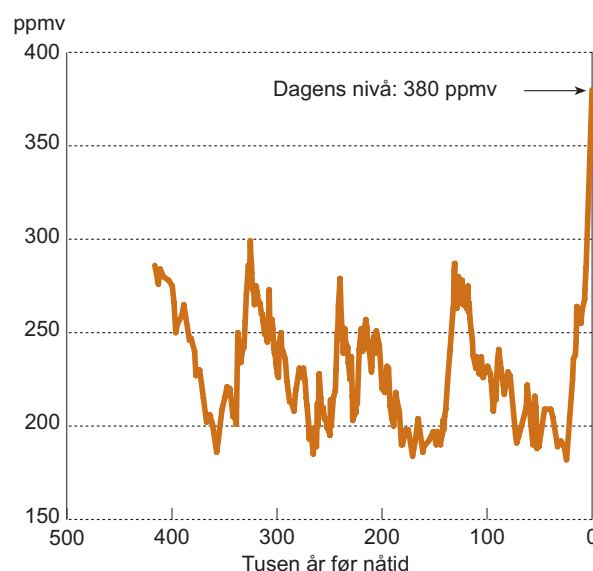
Allerede i 2001 konkluderte FNs klimapanel (IPCC = Intergovernmental Panel on Climate Change) med følgende:

- «Mesteparten av den observerte oppvarmingen over de siste 50 år er sannsynligvis forårsaket av økt konsentrasjon av drivhusgasser som følge av menneskelig aktivitet.
- Økningen i midlere global overflatetemperatur i det 21. århundre har sannsynligvis vært raskere enn noen annen gang de siste 10 000 år.
- Nesten alle landområder vil høyst sannsynlig oppleve sterkere oppvarming enn det globale gjennomsnittet, med flere svært varme dager og hetebølger og færre kalde dager og kuldebølger.
- Økningen i havnivå i det 21. århundre vil fortsette i flere hundre år.
- Det hydrologiske kretsløpet vil forsterkes. Økte midlere nedbørsmengder og mer intense nedbørsperioder er meget sannsynlig over mange områder.

**Jørgen Randers** er professor ved Handelshøyskolen BI og var leder av Lavutslippsutvalget ([jorgen.randers@bi.no](mailto:jorgen.randers@bi.no))

**Knut H. Alfsen** er forskningssjef i Statistisk sentralbyrå og var sekretariatsleder for Lavutslippsutvalget ([knut.alfsen@ssb.no](mailto:knut.alfsen@ssb.no))

Figur 1. Konsentrasjonen av CO<sub>2</sub> i atmosfæren de siste 450 000 år



Kilde: Petit et al. (1999), Barnola et al. (1999).

- Økt sommertørke og fare for lengre tørkeperioder er sannsynlig over det indre av kontinentene på midlere breddegrader.»

I kortform sier IPCC at menneskeskapte utslipp av klimagasser endrer klima på en måte som i sum er skadelig og sannsynligvis mest skadelig for de fattigste og minst utviklede landene.

Klimaproblemet har så mange dimensjoner at det kan være vanskelig å peke presist på hva kjernen av klimaproblemet er. I en forstand er likevel kjernen at konsentrasjonen av menneskeskapte klimagasser i atmosfæren, først og fremst CO<sub>2</sub>, i dag er høyere enn den har vært i minst de siste 450 000 år<sup>1</sup>, se Figur 1.

<sup>1</sup> Sannsynligvis er dagens nivå det høyeste jorden har opplevd på 20 mill. år. Se Lowenstein and Demicco (2006).

Dette vil lede til høyere global middeltemperatur, som i sin tur vil lede til flere andre forhold som hver for seg er alvorlige nok, og som til sammen gjør at klima-problemet med rette blir oppfattet som en svært alvorlig trussel:

Under siste istid (som varte fra ca. 90 000 til 12 000 år før vår tid) opplevde jorden et svært ustabilt klima med voldsomme svingninger over kort tid. Etter siste istid har klimaet «roet seg ned». Det er i denne perioden med «pent vær» at menneskene har klart å etablere hva vi i dag forstår med sivilisasjon: Stedfast jordbruk, byer, skriftspråk, osv. Det er en fare for at sterke pådriv på klimaet, for eksempel i form av store utslipp av klimagasser, kan provosere klimaet til igjen å bli mer ustabilt, med de vanskeligheter dette vil medføre for menneskeheten.

De industrialiserte landene har til nå stått for de største utslippene av klimagasser og klimaendringene de kommende tiår er derfor hovedsakelig forårsaket av de rike land. Samtidig er det sannsynlig at lavtliggende og fattige land vil rammes hardest av klimaendringene. Vår vestlige livsstil er derfor med på å begrense mulighetene for sosial og økonomisk utvikling i den fattige del av verden. Sånn sett er klimaproblemet et viktig element i konflikten mellom «nord» og «sør».

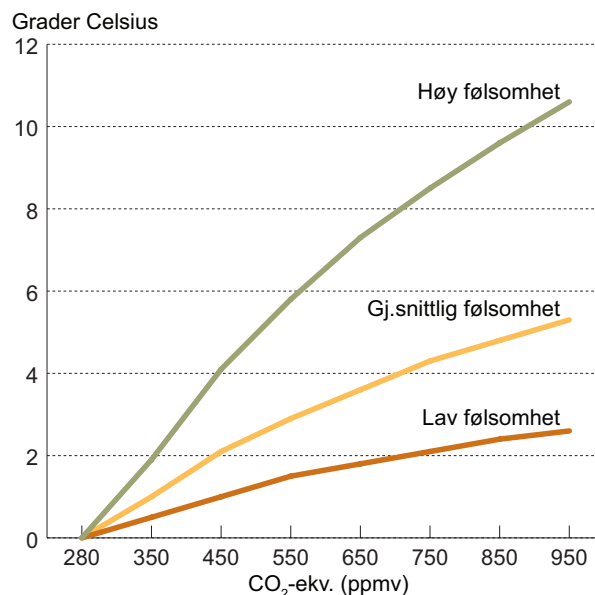
De ekstremt raske klimaendringene som menneskelig aktivitet nå påtvinger naturen, truer økosystemenes tilpasningsevne. Enten man liker det eller ikke er selv vår avanserte sivilisasjon avhengig av en lang rekke velfungerende økosystemer. Raske klimaendringer truer derfor grunnlaget for vår sivilisasjon på en grunnleggende måte.

Mer ekstrem fordeling av nedbør som følge av økt oppvarming, medfører på den ene side økt fare for flom, ras og liknende, og – på den andre side – økt fare for tørke og generell vannmangel. Begge deler skaper flyktninger som i sin tur kan skape sosial uro i tillegg til den nøden som genererer flyktninger i første omgang.

Økt oppvarming øker også sannsynligheten for ekstreme hetebølger. Dette dreper de svakeste i samfunnet, men medfører også produktivitetssvikt av stort omfang, slik man fikk oppleve det i Europa sommeren 2003.

Endelig er det en viktig side ved klimaproblemet at det ikke spiller noen stor rolle hvor utslippene finner sted. Det kreves derfor en nær global og koordinert innsats for å «løse» problemet. Dette gjør det svært utfordrende å få til bindende avtaler om utslippsreduksjoner.

**Figur 2. Temperaturøkning (ved ny likevekt) som funksjon av klimagasskonsentrasjon ved ulike klimafølsomheter. Lav, gjennomsnittlig og høy følsomhet er henholdsvis 1,5, 3 og 6 grader C**



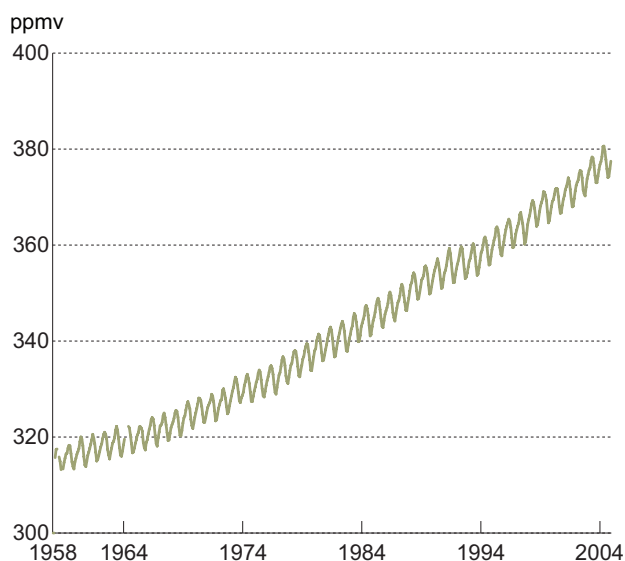
Kilde: Basert på formelen  $T = S \cdot \log(\text{CO}_2\text{-konsentrasjon i ppm}/280)/\log(2)$  der T er temperaturøkningen og S følsomheten uttrykt som likevektsøkning i temperatur ved en dobling av CO<sub>2</sub>-konsentrasjonen fra før-industrielt nivå. (Meinshausen, 2004).

### Hvilke restriksjoner er nødvendige på globale klimagassutslipp?

FNs klimakonvensjon, som nær alle verdens land har ratifisert, har som erklært målsetting å bekjempe «skadelige klimaendringer». Dessverre er det svært usikkert hvor store utslipp klimasystemet tåler uten at vi får «skadelige klimaendringer». Til dette kommer usikkerheten knyttet til hva det faktisk vil koste å begrense og redusere utslippene. Det «økonomisk optimale» utslippsnivå lar seg derfor vanskelig fastslå presist. Det er likevel mulig å tentativt tallfeste noen mulige utslippsmål. EU har i flere sammenhenger, mye basert på tyske studier (WBGU, 2003a), erklært som målsetting at den gjennomsnittlige globale middeltemperatur ikke bør stige med mer enn 2 °C utover før-industrielt nivå<sup>2</sup> (økningen til nå er på om lag 0,6-0,8 °C). Norge har sluttet seg til en slik målsetting. Det er imidlertid viktig å være klar over at grensen på 2 °C temperaturøkning på ingen måte garanterer mot skadelige klimaendringer. Snarere er det slik at dette blir ansett å være et realistisk kompromiss mellom klimaskader og kostnader ved utslippsreduksjoner.

På grunn av klimasystemets kompleksitet og de mange tilbakevirkningsmekanismene som finnes i systemet, er det ingen enkel og fullt ut kjent sammenheng mellom konsentrasjonen av klimagasser i atmosfæren på den ene side, og økningen i global middeltemperatur på

<sup>2</sup> «[...] overall global annual mean surface temperature increase should not exceed 2°C above pre-industrial levels in order to limit high risks, including irreversible impacts of climate change; RECOGNISES that 2°C would already imply significant impacts on ecosystems and water resources [...]». (2610th Council Meeting, Luxembourg, 14 October 2004, Council 2004, 25-26 March 2004)].

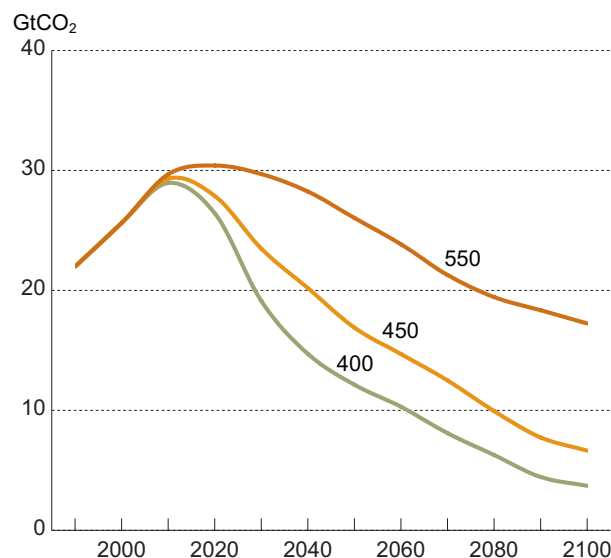
**Figur 3. Gjennomsnittlig månedlig CO<sub>2</sub>-konsentrasjon 1959-2004, målt på Mauna Loa, Hawaii**

Kilde: Keeling, C.D. and T.P. Whorf. 2005. <http://cdiac.ornl.gov/trends/co2/sio-mlo.htm>

den andre siden. De fleste modellstudier antyder likevel at man har relativt stor sannsynlighet for å holde målsettingen om maksimum 2 °C økning i global middeltemperatur dersom konsentrasjonen av klimagasser ikke overstiger ca. 400-450 ppmv CO<sub>2</sub>-ekvivalenter, se Figur 2. Tar man hensyn til den forventede utvikling i ikke-CO<sub>2</sub>-gassene, tilsvarer dette et tak på CO<sub>2</sub>-konsentrasjonen alene i atmosfæren på ca. 350-400 ppmv (Eickhout et al., 2003, WBGU, 2003b, Azar, 2005).

Konsentrasjonen er i dag i overkant av 380 ppmv, se Figur 3, som er opp fra et nivå på rundt 280 ppmv i før-industriell tid. Man er med andre ord allerede over det nivået man må stabilisere klimagasskonsentrasjonen på om man skal ha rimelig grad av sannsynlighet for å holde temperaturøkningen under 2 °C framover. Som Figur 4 viser, dersom man skal nå målet om å stabilisere konsentrasjonen av klimagasser på det nødvendige nivå (altså 400-450 ppmv), må de globale utslippene rundt regnet halveres fram mot 2050, og med fortsatt store reduksjoner deretter. Mange hevder at målet om å halvere de globale utslippene innen 2050 synes urealistisk, blant annet på grunn av nødvendig økonomisk og sosial utvikling i den fattige delen av verden.

Et mer realistisk mål er å søke å stabilisere klimagasskonsentrasjonen på om lag det dobbelte av hva konsentrasjonen var i før-industriell tid, det vil si på et nivå av størrelsesorden 550 ppmv. Da må CO<sub>2</sub>-konsentrasjonen alene stabiliseres på om lag 450 ppmv. En typisk bane som leder til ca. 450 ppmv CO<sub>2</sub>-konsentrasjon, og dermed rundt 550 ppmv CO<sub>2</sub>-ekvivalent konsentrasjon i det lange løp, er belyst av Criqui et al. (2003). Her tillates de globale utslippene å øke med opp til 35 prosent fra 1990 til 2020, for så å reduseres

**Figur 4. Krav til framtidige årlige utslipp av CO<sub>2</sub> dersom man ønsker å stabilisere CO<sub>2</sub>-konsentrasjonen på henholdsvis 400, 450 og 550 ppmv**

Kilde: Meinshausen (2004).

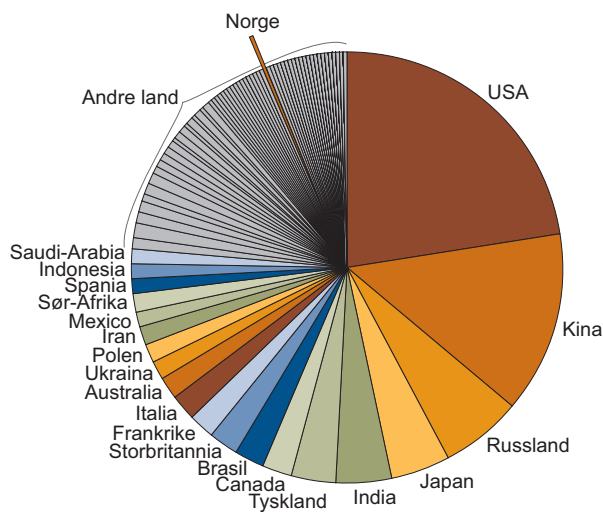
til et nivå på 15 prosent under 1990-nivå i 2050, med ytterligere reduksjon til et nivå 30 prosent under 1990-nivå i 2100. Denne banen er også benyttet i en nyere studie fra European Environment Agency (EEA) om krav til klimapolitikken i EU (EEA, 2005). Banen tilsier at dagens utslipp av CO<sub>2</sub> per verdensborger omtrent må halveres til om lag 2,2 tonn CO<sub>2</sub> per person per år rundt 2050. Norske utslipp av CO<sub>2</sub> alene i dag (2004) tilsvarer rundt regnet 10 tonn CO<sub>2</sub> per person per år. Disse må altså reduseres med om lag 70-80 prosent om utslippene skal bli likt fordelt per innbygger i 2050 og målsettingen om å stabilisere CO<sub>2</sub>-konsentrasjonen på om lag 450 ppmv i det lange løp skal være innen rekkevidde.

*Selv en relativt svak målsetting om å stabilisere klimagasskonsentrasjonen i atmosfæren på ca. 550 ppmv, med ventet temperaturøkning på mellom 3 og 4 grader C, tilsier altså at Norge, sammen med andre industrialiserte land, bør redusere sine utslipp med om lag to tredjedeler innen midten av dette århundre.*

### Hvorfor bør Norge redusere sine utslipp?

I dag er det viktige land med store utslipp som ikke planlegger å redusere sine utslipp (for eksempel USA, Kina, og India). Er det rimelig at Norge med mindre enn 2 promille av de globale utslippene prøver å redusere sine utslipp? Lavutslippsutvalget mente at svaret er ja – av flere grunner.

For det første er det slik at svært mange land har små utslipp sett i global målestokk, se Figur 5. De fem største utslippslandene står alene for ca. halvparten av de globale utslippene. Om resten av landene med små utslipp ikke skulle bidra til utslippsreduksjoner vil man aldri klare å få klimasituasjonen under kontroll.

**Figur 5. Fordeling av «dagens» utslipp mellom land. Data er hentet fra perioden 1994-2003**

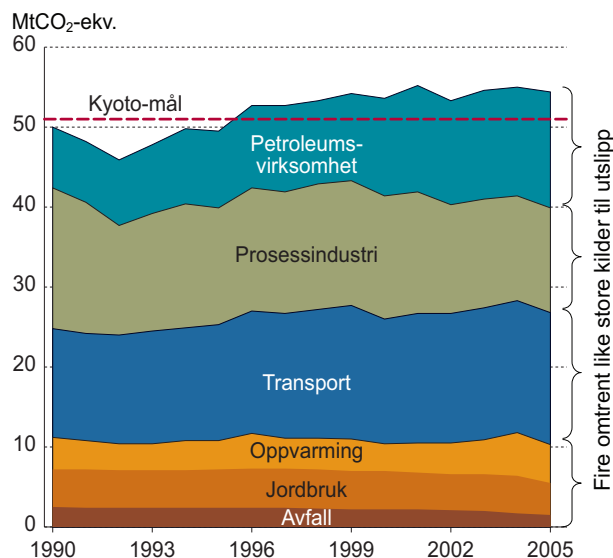
Kilde: Data er hovedsakelig fra år rundt 1999 og er hentet fra: <http://ghg.unfccc.int/tables/queries.html> (30.03.2006). Der data har manglet er det tatt CO<sub>2</sub> data fra CDIAC: [http://cdiac.ornl.gov/trends/emis/em\\_cont.htm](http://cdiac.ornl.gov/trends/emis/em_cont.htm) (mars 2006).

For det andre er det rimelig, som nedfelt i FNs klimakonvensjon, at rike land går foran og begrenser sine utslipp av klimagasser før land med sosiale og økonomiske utviklingsbehov pålegges begrensninger. Norge er uten tvil et av de landene som ut fra dette perspektivet bør søke å begrense sine utslipp.

Sist, men ikke minst, kan man anlegge det perspektivet at verdenssamfunnet før eller senere vil tvinges til å ta klimaproblemet alvorlig og redusere sine utslipp. De land som tidlig utvikler nødvendig klimavennlig teknologi vil kunne få et fortrinn i en framtidig næringsutvikling, og dermed posisjonere seg gunstig i et kommende marked for slik teknologi. Å satse offensivt på å redusere utslipp kan skape framtidsrettede arbeidsplasser i vårt land.

### Hvilke utfordringer står Norge overfor?

Utfordringen med å redusere utslippene fra norsk territorium med to tredjedeler i forhold til dagens nivå avhenger av hva utslippene er i dag og hvordan utslippsøkningen vil bli framover. I dag står petroleumsvirksomheten, prosessindustrien, transport og «annen aktivitet» (oppvarming, jordbruk og avfallsdeponier) for om lag en fjerdedel av utslippene hver, se Figur 6. Norges framtidige utslipp vil bli påvirket av den videre økonomiske utvikling, av oljeprisutviklingen, utviklingen på norsk sokkel, utviklingen i den kraftkrevende industrien og konsumvanene. Med en fortsatt høy oljepris kombinert med høye energipriser og en framtidsrettet klimapolitikk (for eksempel høye priser på utslippsrettigheter), kan overgangen til et klimavennlig Norge skje ganske smertefritt, fordi det vil gi sterke og vedvarende økonomiske insentiv for alle aktører til å velge klimavennlige løsninger.

**Figur 6. Historiske årlige utslipp av klimagasser i Norge**

Kilde: Statistisk sentralbyrå og Statens forurensningstilsyn.

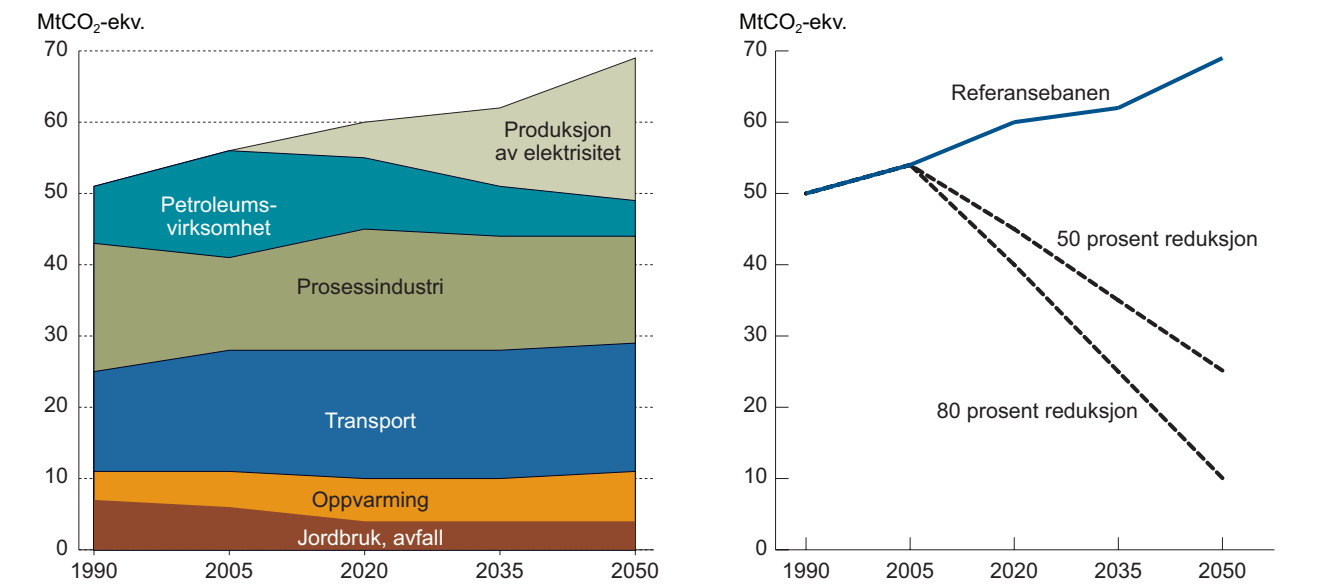
Men Lavutslippsutvalget sannsynliggjorde at selv i en mer krevende situasjon, med relativt lave oljepriser og fortsatt satsing på utslippsintensive industrier, kan Norge klare – med minimale oppofrelser – å innfri kravet om to tredjedels reduksjon av framtidige utslipp relativt til dagens nivå. Utvalget laget et scenario for hvordan utslippsutviklingen kan bli framover under slike mer krevende vilkår – og kalte det Referansebanen. Klimagassutslippene i Referansebanen i 2050 er omtrent 70 millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter (MtCO<sub>2</sub>-ekv.) per år, altså 40 prosent høyere enn i 1990. Utslippene er også fordelt litt annerledes i det utslipp fra elektrisitetsproduksjon (fra gasskraftverk) mer enn oppveier lavere framtidige utslipp fra petroleumsvirksomheten, se Figur 7. Utvalget laget så et alternativ – en Lavutslippsbane – som anga hva som skal til for å bringe utslippsnivået ned til ca. 20 MtCO<sub>2</sub>-ekv. i 2050. Dette fordret en bredt sammensatt pakke av tiltak.

### Lavutslippsutvalgets helhetsløsning

#### Kriterier for valg av tiltak

Det er mange ulike kriterier som kan legges til grunn for valg av utslippsreducerende tiltak. Utvalget la vekt på at tiltakene i størst mulig grad skal være:

- *Få og store.* Utvalget valgte et fåtall store tiltak i stedet for mange små, slik at beslutningsinnsatsen kan fokuseres.
- *Basert på relativt kjent teknologi.* Utvalget valgte tiltak som i stor grad bygger på kjent eller gjenkjennbar teknologi. Man valgte med hensikt ikke hva man kan kalle «visjonær» teknologi, dvs. løsninger som i dag bare er på idé-stadiet, siden det synes fullt mulig å få til nødvendige reduksjoner med relativt kjent teknologi.

**Figur 7. Historiske og framskrevne årlige utslipp av klimagasser i Referansebanen 1990-2050, samt mål for lavutslippssamfunnet i 2050**

Kilde: Statistisk sentralbyrå og Lavutslippsutvalget.

- *Politisk realiserbare.* Utvalget fokuserte på tiltak som bedømtes å være lettere å få politisk aksept for. En rekke tiltak som ville kreve store holdningsendringer ble derfor utelatt.
- *Gi bidrag til internasjonal teknologiutvikling.* Utvalget ønsket at tiltakene skulle yte bidrag til en ønsket internasjonal teknologiutvikling og samtidig gi grunnlag for ny næringsutvikling i Norge.
- *Noenlunde kostnadseffektive.* Utvalget la vekt på at tiltakene ikke skulle være urimelig dyre sett i forhold til de utslippsreduksjoner de kan levere, samt andre positive eller negative samfunnsmessige effekter de kan ha.
- *Robuste.* Utvalget ønsket at de forslåtte tiltakene i størst mulig grad skulle være fornuftige under ulike antakelser om framtidig utvikling av økonomi, handel, energipriser, klimaavtaler, og lignende.

### Helhetsløsningen: Et klimavennlig Norge

Helhetsløsningen i Tabell 1 er etter utvalgets syn en robust tiltakspakke for å sikre at Norge utvikler seg til et mer klimavennlig samfunn på lang sikt. Mer spesifikt vil tiltakene innen 2050 redusere utslippene fra norsk territorium med om lag to tredjedeler i forhold til Norges Kyoto-mål (50,3 MtCO<sub>2</sub>-ekv.).

De to første tiltakene i Tabell 1 er av generell karakter og omhandler henholdsvis informasjonstiltak og generell teknologiutvikling. De øvrige tiltakene er innrettet mot spesifikke utslippskilder.

Den valgte helhetsløsning skisserer etter utvalgets syn en fornuftig retning for norsk klimapolitikk i årene framover, og kan brukes til å avlede konkrete mål for norsk klimapolitikk på kortere sikt. Utvalget påpekte at målene, tiltakene og virkemidlene selvfølgelig ville måtte vurderes etter som tiden går, men samtidig ikke

endres for ofte. Dette siste følger av at langsiktige og stabile rammebetingelser er helt nødvendig om man skal ha håp om å få til den nødvendige teknologiske utviklingen.

Virkningen av utvalgets helhetsløsningen på de norske utslippene er illustrert i Figur 8 og nærmere tallfestet i Tabell 2.

Som det går fram av Figur 8 er det særlig to tiltak som utvalget mente kan lede til store utslippsreduksjoner i Norge framover: CO<sub>2</sub>-fangst og -lagring fra gasskraftverk og andre store industrikilder, og tiltakene rettet mot utslipp fra transportsektoren.

Av disse er det sannsynligvis transportutslippene som vil være mest krevende å få redusert mye. Det er derfor avgjørende at det satses på flere tiltak samtidig. Satsing på økt bruk av biodrivstoff vil redusere utslippene umiddelbart; her er mye teknologi allerede tilgjengelig. Det samme gjelder lavutslippsskjøretøy – hybridbiler og små dieslbiler er utslippseffektive og kan allerede kjøpes. Men biodrivstoff og lavutslippsbiler vil neppe være den endelige løsningen for transportsektoren. Derfor må det også satses på nullutslippsteknologi – blant annet med hydrogen som energibærer. Den teknologiske utviklingen av hydrogendrevne transportmidler er avhengig av utvikling i utlandet, men Norge kan gi bidrag.

Når det gjelder CO<sub>2</sub>-fangst og -lagring, påpekte utvalget at teknologien som trengs i stor grad eksisterer allerede. Videre utvikling gjennom demonstrasjon av fullskala implementering er derfor fullt ut mulig, men krever statlig engasjement.



**Tabell 1. Utvalgets helhetsløsning**

| Kilde til utslipp           | Tiltak  |
|-----------------------------|---|
| Grunnleggende tiltak        | 1: Iverksetting av en langsiktig nasjonal innsats for klimainformasjon – en vedvarende Klimavettkampanje. Spredning av god og saklig faktainformasjon om klimaproblemet og hva som kan gjøres.<br>2: Satsning på utvikling av klimavennlige teknologier gjennom langsiktig og stabil støtte til Lavutslippsutvalgets teknologipakke. Denne teknologipakken har hovedvekt på teknologier for CO <sub>2</sub> -fangst og -lagring, vindkraft (spesielt offshore), pellets- og rentbrennende ovner, biodrivstoff, solceller, hydrogen teknologier, varmepumper og lavutslippsfartøy. |
| Transport                   | 3: Innfasing av lav- og nullutslippskjøretøy – som hybridbiler, lette dieslbiler, elbiler og brenselcellebiler.<br>4: Innfasing av CO <sub>2</sub> -nøytralt drivstoff – som bioetanol, biodiesel, biogass og hydrogen.<br>5: Reduksjon av transportbehovet gjennom bedre logistikk og byplanlegging.<br>6: Utvikling og innfasing av lavutslippsfartøy.  |
| Oppvarming                  | 7: Energieffektivisering i bygg gjennom strengere bygningsstandarder, miljømerking og støtteordninger.<br>8: CO <sub>2</sub> -nøytral oppvarming – som økt bruk av biomasse, bedre utnyttelse av solvarme, varmepumper, o.l.  |
| Jordbruk og avfallsdeponier | 9: Innsamling av metangass fra gjødselkjellere og avfallsdeponier og utnyttelse av gassen til energiformål.   |
| Prosessindustri             | 10: CO <sub>2</sub> -fangst og -lagring fra industri med store punktutslipp.<br>11: Prosessforbedringer i kraftkrevende industri.   |
| Petroleumsvirksomhet        | 12: Elektrifisering av sokkelen og en økt andel av anleggene plassert på land.  |
| Elektrisitetsproduksjon     | 13: Mer «ny fornybar» kraft gjennom utbygging av vind- og småkraft.<br>14: CO <sub>2</sub> -fangst og -lagring fra gass- og kullkraftverk.<br>15: Opprusting og effektivisering av el-nettet for å redusere tap i nettet og gi mindre kraftverk lettere tilgang.  |

Kilde: Lavutslippsutvalget.

CO<sub>2</sub>-fangst og -lagring og transporttiltak er imidlertid i seg selv ikke nok til å levere den ønskede utslippsreduksjonen på lang sikt. Også tiltak rettet mot petroleumsvirksomhet, oppvarming, jordbruk og avfallsdeponier må derfor implementeres for å nå målet om et Lavutslippssamfunn. Den store bredden av tiltak gjør det på samme tid både mer krevende og lettere å gjennomføre helhetsløsningen. Mer krevende fordi det er mange tiltak som skal settes i verk, hver med sitt sett av virkemidler. Lettere, fordi «alle» må bidra til realiseringen av Lavutslippssamfunnet.

Nedenfor gjennomgås utvalgets forslag til tiltak i mer detalj. Utvalget la i utgangspunktet stor vekt på to generelle tiltak som ble beskrevet som grunnleggende i forhold til å få gjennomført de øvrige tiltakene.

### Grunnleggende tiltak

**Tiltak 1: Iverksetting av en langsiktig nasjonal innsats for klimainformasjon – Klimavettkampanjen:** For å bidra til nødvendige kunnskapshveving og holdningsendring i det norske folk, og for å lette den politiske aksepten for Lavutslippsutvalgets forslag, bør det iverksettes en langsiktig nasjonal innsats for å informere om klimaproblemet og å vise hvorledes enkeltindivider kan bidra til reduserte utslipp av klimagasser uten å forringe sin livskvalitet. Denne satsingen kan for eksempel finansieres gjennom å øremerke en andel av inntektene fra CO<sub>2</sub>-avgiften til dette formålet og kan delfinansieres over Enovas fond.

**Tiltak 2: Satsning på utvikling av klimavennlige teknologier – Lavutslippsutvalgets teknologipakke:** Langvarig og stabil støtte til det forsknings- og utviklingsarbeid som inngår i Lavutslippsutvalgets tiltakspakke bør sikres. Dette gjelder først og fremst utvikling av teknologier knyttet til: CO<sub>2</sub>-fangst og -lagring, vindkraft (spe-

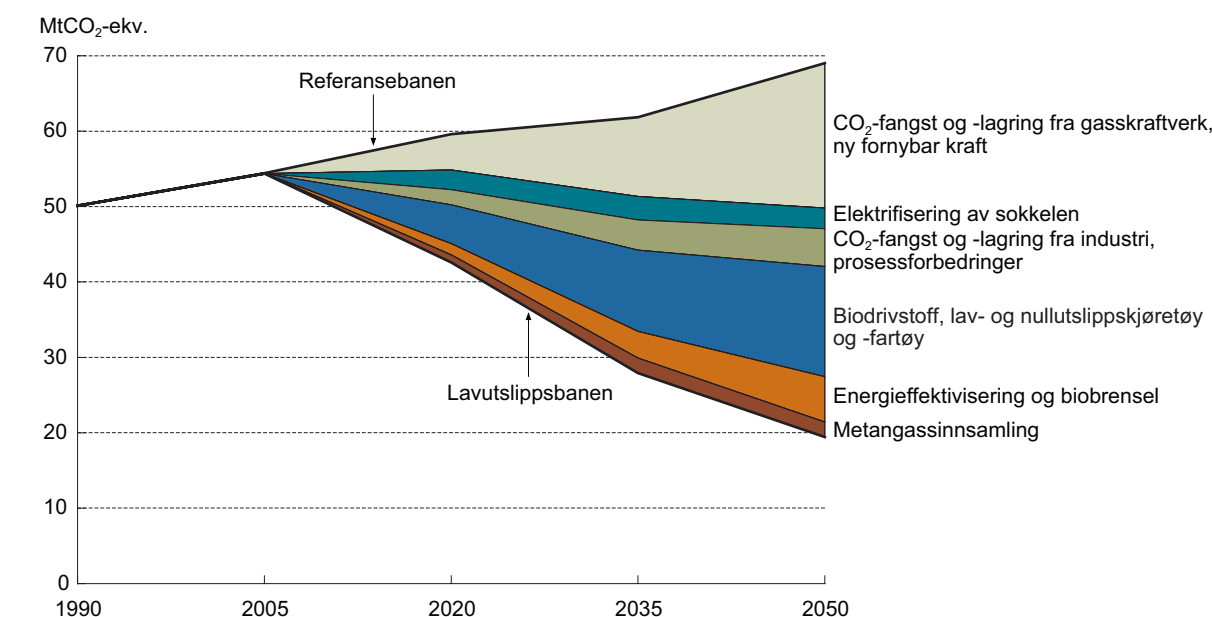
sielt offshore), pellets- og rentbrennende ovner, biodrivstoff, solceller, hydrogen teknologier, varmepumper og lavutslippsfartøy. Virkemidler her spenner fra det helt grunnleggende, å øke den generelle interessen for naturfag i skolen, til å bevilge nødvendige midler til forskning, utprøving og kvalifisering av nye teknologiske løsninger. Utover dette må det, i tråd med anbefalingen fra Klimaforskningsutvalget (Forskningsrådet, 2006), satses på samfunnsvitenskapelig forskning som kan bedre vår forståelse av hva som er, eller kan bli, effektiv virkemiddelbruk i klimapolitikken.

### Tiltak rettet mot utslipp fra transportaktiviteter

**Tiltak 3: Overgang til lav- og nullutslippskjøretøy:** Overgangen fra tradisjonelle biler, busser og lastebiler til kjøretøy som bruker lite fossilt drivstoff per kjørt kilometer må akselereres. Slike kjøretøy er tilgjengelige allerede i dag i form av hybridbiler, biodrivstoffbiler og små, effektive dieslbiler. Det bør også satses på tiltak for å fremme overgang til nullutslippsbiler som ikke bruker fossilt drivstoff. Det er her snakk om biler med elektrisk drift enten basert på batterier eller brenselceller. Mulighetene for sistnevnte avhenger i stor grad av den internasjonale teknologiutviklingen. Virkemidler for å oppnå slike overganger kan for eksempel være å innføre et miljødifferensiert avgiftssystem, å sette utslippskrav ved offentlig innkjøp av kjøretøy og å innføre utslippskrav til kjøretøy som gjøres strengere i takt med den teknologiske utviklingen.

**Tiltak 4: Innfasing av CO<sub>2</sub>-nøytralt drivstoff:** Fossile drivstoff bør i størst mulig grad erstattes med CO<sub>2</sub>-nøytrale drivstoff (bioetanol, biodiesel, biogass og hydrogen), som i noen grad kan produseres i Norge. Dette kan for eksempel oppnås gjennom å lovfeste til-

**Figur 8. Illustrasjon av helhetsløsningen. Årlige utslipp av klimagasser historisk og i Referansebanen og i Lavutslippsbanen 1990-2050**



Kilde: Lavutslippsutvalget.

gjengelighet og omsetning av biodrivstoff, ved å forsterke bruken av miljødifferensierte drivstoffavgifter og/eller gjennom tilskudd til produksjon av CO<sub>2</sub>-nøytrale drivstoff. Det bør også gis økt støtte til forskning på effektiv framstilling av biodrivstoff fra cellulose og klimavennlig produksjon av hydrogen.

**Tiltak 5: Reduksjon av transportbehovet:** Behovet for transport bør reduseres, både når det gjelder transport av personer og gods, for eksempel ved overgang til kollektive eller samordnete godstransportløsninger. Flere virkemidler kan være aktuelle for å oppnå en slik reduksjon, blant annet bruk av arealplanlegging med sikte på fortetting i byer, statlig støtte til utbygging og tilrettelegging av et godt kollektivtilbud og bruk av økonomiske insentivmekanismer som for eksempel å fjerne fordelsbeskatning på månedskort betalt av arbeidsgiver.

**Tiltak 6: Utvikling av lavutslippsfartøy:** Staten bør, i samarbeid med verftsneringen og rederiene, medvirke til videre utvikling og utprøving av gassdrevne skip, fartøy drevet med brenselceller og fiskefartøy av ulike slag – også med tanke på eksport. Lavutslipps energiforsyning til skip i havn hører med i dette bildet. I fiske og fangst bør energieffektivitet og lavutslipp innføres som et forvaltningskriterium.

### Tiltak rettet mot utslipp fra oppvarming

**Tiltak 7: Energieffektivisering i bygg:** Energiforbruket per kvadratmeter bygg bør senkes ved mer energi- og klimaeffektiv bygging og, spesielt, drift av bygg. Så raskt som mulig må det stilles krav om at nye boliger og bygg skal ha et netto årlig energiforbruk som er lavere enn 100 kWh/m<sup>2</sup> (solvarme ikke inkludert). Dette kan oppnås ved å ha en målrettet informasjons-

og kursvirksomhet på området, ved å kreve energimerking av bygg ved kjøp og salg, ved å innføre høyere energiavgifter og ved å ha ulike statlige støtteordninger for eksempel gjennom Husbanken og Enova.

**Tiltak 8: Overgang til CO<sub>2</sub>-nøytral oppvarming:** All bruk av olje og gass for fyringsformål må erstattes med biobrensel (ved, flis, pellets) i rentbrennende ovner, andre fornybare varmekilder (inklusive varmepumper) og forbrenning av (sortert) avfall. Virkemidler for å oppnå dette kan være forbud mot installasjon av nye olje-/gasskjeler, eventuelt i kombinasjon med returpant på gamle anlegg, høyere avgifter på fossile brenslere og statlig støtte ved overgang til bruk av biobrensel og andre fornybare varmekilder. Det er også viktig at byggeforskriftene krever fleksible energiløsninger i alle store nye bygg, slik at det er lett å tilpasse seg til framtidig teknologi.

### Tiltak rettet mot utslipp fra jordbruk og avfallsdeponier

**Tiltak 9: Innsamling av metan fra gjødselskjellere og avfallsdeponier:** Den vedtatte innsamlingen av metan fra deponier må fullføres, og metan fra gjødselskjellere bør innsamles. Det bør oppmuntres til økt bruk av biogass (det vil si innsamlet metan) for energiformål. Dette kan oppnås gjennom pålegg om innsamling av metan fra husdyrgjødsel, kombinert med statlig støtte til investering i nødvendige anlegg.

### Tiltak rettet mot prosessindustri

**Tiltak 10: CO<sub>2</sub>-fangst og -lagring fra industri med store punktutslipp:** Det må utvikles infrastruktur for innsamling, transport og lagring av CO<sub>2</sub> fra industrianlegg med store punktutslipp som smelteverk, sement og treforedlingsbedrifter. Nyanlegg med store punkt-

utslipp må legges i tilknytning til slik infrastruktur. Insentiver for utvikling av anlegg for CO<sub>2</sub>-fangst kan for eksempel være forbud mot utslipp fra store punktkilder kombinert med statlig kjøp av CO<sub>2</sub>, introduksjon av andre økonomiske insentiv som øker kostnaden ved CO<sub>2</sub>-utslipp og statlig støtte til bygging av anlegg.

*Tiltak 11: Prosessforbedringer i kraftkrevende industri:* Teknologiutviklingen med sikte på å redusere prosessutslippene av klimagasser må videreføres gjennom utvikling av mer klimavennlige prosesser og økt bruk av spillvarme. Dette kan for eksempel skje ved å gi statlig støtte til teknologiutvikling på dette området eller ved å etablere insentiv for reduserte CO<sub>2</sub>-utslipp.

### **Tiltak rettet mot utslipp fra petroleumssektoren**

*Tiltak 12: Elektrifisering av sokkelen:* Klimagassutslippene fra produksjon og transport av petroleum bør reduseres ved at framtidige installasjoner i størst mulig grad legges på land og tilføres CO<sub>2</sub>-nøytral elektrisitet. Alternativt bør elektrisitet tilføres fra land via kabel der det kostnadmessig ligger til rette for dette, eventuelt i kombinasjon med bruk av vindturbiner plassert langt fra kysten. Det må også arbeides videre med prosessforbedring på installasjonene. Virkemidler for å få dette til kan være statlige krav til utbyggingsløsninger, pålegg om elektrifisering ved framtidige installasjoner på sokkelen, bruk av statlige subsidier ved elektrifisering eller økte kostnader ved CO<sub>2</sub>-utslipp slik at insentivet for å elektrifisere øker.

### **Tiltak rettet mot utslipp fra elektrisitetsproduksjon**

*Tiltak 13: Mer «ny fornybar» kraft:* For å dekke behovet for kraft i Norge i tiårene framover, bør man utøve kraften fra eventuelle gass- eller kullkraftverk med CO<sub>2</sub>-håndtering, også stimulere til CO<sub>2</sub>-nøytral produksjon av kraft, først og fremst fra fornybare kilder, som vind, småvann, biomasse, sol samt økt utnyttelse av omgivelsesvarme og avfallssvarme. En utbygging av produksjonssystemet basert på ny fornybar elektrisitet kan føre til at man dekker opp det årlige energibehovet, men får et effektunderskudd (det vil si manglende evne til å levere store mengder kraft på kort tid i toppbelastningsperioder). Et slikt effektunderskudd kan håndteres på flere måter, for eksempel ved økt installasjon i eksisterende vannkraftverk. Økt satsing på biobrensel til oppvarming vil også redusere effektbehovet. Økte elpriser vil gjøre «ny fornybar» kraft mer konkurransedyktig. Statlig støtte kan også stimulere slik utbygging, men man bør unngå at slik støtte gir insentiv til økt elforbruk generelt.

*Tiltak 14: CO<sub>2</sub>-fangst og -lagring fra gass- og kullkraftverk:* Det må settes i gang arbeid med pilot- og demonstrasjonsprosjekter for innsamling av CO<sub>2</sub> fra gasskraftverk. I tillegg må infrastruktur for transport og lagring av CO<sub>2</sub> etableres raskt, gjerne også med sikte på å ta imot CO<sub>2</sub> fra andre land enn Norge. Man

bør ikke vente på eventuell enighet om utnyttelse av CO<sub>2</sub> til økt oljeutvinning før arbeidet med innsamling og etablering av nødvendig infrastruktur starter. Slik etterbruk av CO<sub>2</sub> får eventuelt komme i etterkant. Utvalget la stor vekt på at CO<sub>2</sub>-fangst og -lagring gjøres i et omfang som sikrer nødvendig teknologiutvikling selv om det i enkeltår ikke skulle være stor nok innlands etterspørsel etter den produserte kraften. Slik ren kraft vil alltid kunne eksporteres til en høy pris.

*Tiltak 15: Opprusting og effektivisering av elnettet:* Dette vil redusere nettapet, øke overføringskapasiteten mot utlandet og dessuten kunne gi små kraftverk basert på vind eller småkraft lettere tilgang for leveranser til nettet.

Tabell 2 kvantifiserer Lavutslippsutvalgets helhetsløsning og løsningens bidrag til utslippsreduksjoner, effekt på kraftforbruket og på biomasseforbruket. For hvert tiltak er først situasjonen i Referansebanen angitt, før endringene som følger av tiltakene angis. Summert gir dette situasjonen i Lavutslippsbanen. Merk at effektene av de generelle tiltakene 1 og 2 ikke er kvantifisert. Tabell 3 angir utvalgets forslag til oppdekning av kraft- og biomasseforbruket i Referanse- og Lavutslippsbanen.

### **Tiltak utover de som gis i helhetsløsningen**

I tillegg til helhetsløsningen beskrev utvalget noen forslag til tiltak som dels vil øke sannsynligheten for at helhetsløsningen blir politisk realiserbare, og dels vil sikre at de tiltakene i Norge faktisk fører til reduserte utslipp på global skala. Disse tilleggstiltakene er som følger:

*Norske bidrag til reduserte klimagassutslipp i utlandet:* Norge kan best bidra til reduserte utslipp i utlandet ved å bidra til langsiktig teknologiutvikling innen nisser der Norge har særlige fortrinn (se tiltak 2 ovenfor). Etablering av kunnskap om, og infrastruktur for, CO<sub>2</sub>-håndtering er kanskje det viktigste norske bidraget til å redusere utlandets utslipp av klimagasser.

*Norsk støtte til et internasjonalt kvotesystem:* Den enkleste måten å redusere utslipp i utlandet på er likevel ved at Norge kjøper kvoter i et internasjonalt velfungerende kvotehandelssystem. Dette forutsetter at det finnes et operativt kvotehandelssystem, og Norge bør derfor støtte utviklingen av slike. Alternativt kan Norge gå inn med direkte investeringer i prosjekt som vil føre til reduserte klimagassutslipp (for eksempel i form av felles gjennomføringsprosjekter eller prosjekter under den grønne utviklingsmekanismen under Kyotoprotokollen). I alle tilfelle må Norge arbeide for en global klimaprotokoll for ytterligere utslippsreduksjoner som inkluderer flest mulig sektorer og land.

*Reduserte utslipp fra internasjonal luftfart og utenriks sjøfart:* Norge må ta initiativ til, og støtte opp under, internasjonale forhandlinger om regulering av klima-



**Tabell 2. Forslag til tiltak for å redusere Norges klimautslipp. Effekt på utslipp, strøm- og biomasseforbruk.**

|   | Klimagassutslipp<br>MtCO <sub>2</sub> -ekv./år |           |           |           | Forbruk av nettstrøm<br>TWh/år |            |            |            | Forbruk av biomasse<br>Mm <sup>3</sup> /år |           |           |           |
|---|--|-----------|-----------|-----------|--------------------------------|------------|------------|------------|--|-----------|-----------|-----------|
|   | 2005   | 2020      | 2035      | 2050      | 2005                           | 2020       | 2035       | 2050       | 2005                                       | 2020      | 2035      | 2050      |
| <b>Grunnleggende tiltak</b>                         |  |           |           |           |                                |            |            |            |  |           |           |           |
| 1 Klimavettkampanjen                                |  |           |           |           |                                |            |            |            |  |           |           |           |
| 2 Lavutslippsutvalgets teknologipakke               |  |           |           |           |                                |            |            |            |  |           |           |           |
| <b>Transport</b>                                    |  |           |           |           |                                |            |            |            |  |           |           |           |
| <b>Referansebanen</b>                               | <b>16</b>                                      | <b>18</b> | <b>18</b> | <b>18</b> | <b>2</b>                       | <b>2</b>   | <b>2</b>   | <b>2</b>   | <b>0</b>                                   | <b>0</b>  | <b>0</b>  | <b>0</b>  |
| 3 Lav- og nullutslippskjøretøy                      | 0  | -1        | -6        | -8        | 0                              | 1          | 7          | 12         | 0  | 0         | 0         | 0         |
| 4 CO <sub>2</sub> -nøytralt drivstoff               | 0  | -3        | -3        | -3        | 0                              | 0          | 0          | 0          | 0  | 5         | 7         | 8         |
| 5 Transportreduksjon                                | 0  | 0         | -1        | -1        | 0                              | 0          | 0          | 0          | 0  | 0         | 0         | 0         |
| 6 Lavutslippsfartøy                                 | 0  | -1        | -1        | -2        | 0                              | 0          | 0          | 0          | 0  | 0         | 0         | 0         |
| <i>Lavutslippsbanen</i>                             | <i>16</i>                                      | <i>13</i> | <i>7</i>  | <i>4</i>  | <i>2</i>                       | <i>3</i>   | <i>9</i>   | <i>14</i>  | <i>0</i>                                   | <i>5</i>  | <i>7</i>  | <i>8</i>  |
| <b>Oppvarming</b>                                   |  |           |           |           |                                |            |            |            |  |           |           |           |
| <b>Referansebanen</b>                               | <b>5</b>                                       | <b>6</b>  | <b>6</b>  | <b>7</b>  | <b>28</b>                      | <b>34</b>  | <b>38</b>  | <b>42</b>  | <b>4</b>                                   | <b>4</b>  | <b>5</b>  | <b>5</b>  |
| 7 Energieffektivisering i bygg                      | 0  | -1        | -2        | -3        | 0                              | -4         | -6         | -15        | 0  | -1        | -2        | -3        |
| 8 CO <sub>2</sub> -nøytral oppvarming               | 0  | -2        | -2        | -3        | 0                              | -3         | -8         | -12        | 0  | 2         | 4         | 6         |
| <i>Lavutslippsbanen</i>                             | <i>5</i>                                       | <i>3</i>  | <i>3</i>  | <i>1</i>  | <i>28</i>                      | <i>27</i>  | <i>24</i>  | <i>15</i>  | <i>4</i>                                   | <i>5</i>  | <i>7</i>  | <i>8</i>  |
| <b>Jordbruk og avfall</b>                           |  |           |           |           |                                |            |            |            |  |           |           |           |
| <b>Referansebanen</b>                               | <b>6</b>                                       | <b>4</b>  | <b>4</b>  | <b>4</b>  | <b>2</b>                       | <b>1</b>   | <b>1</b>   | <b>1</b>   | <b>0</b>                                   | <b>0</b>  | <b>0</b>  | <b>0</b>  |
| 9 Metaninnsamling                                   | 0  | 0         | -2        | -2        | 0                              | 0          | 0          | -1         | 0  | 0         | 0         | 0         |
| <i>Lavutslippsbanen</i>                             | <i>6</i>                                       | <i>4</i>  | <i>2</i>  | <i>2</i>  | <i>2</i>                       | <i>1</i>   | <i>1</i>   | <i>0</i>   | <i>0</i>                                   | <i>0</i>  | <i>0</i>  | <i>0</i>  |
| <b>Prosessindustri</b>                              |  |           |           |           |                                |            |            |            |  |           |           |           |
| <b>Referansebanen</b>                               | <b>13</b>                                      | <b>17</b> | <b>16</b> | <b>15</b> | <b>41</b>                      | <b>38</b>  | <b>36</b>  | <b>36</b>  | <b>10</b>                                  | <b>11</b> | <b>11</b> | <b>12</b> |
| 10 CO <sub>2</sub> -fangst og -lagring fra industri | 0  | -1        | -2        | -3        | 0                              | 0          | 0          | 0          | 0  | 0         | 0         | 0         |
| 11 Prosessforbedringer                              | 0  | -1        | -2        | -2        | 0                              | -1         | -1         | -2         | 0  | 0         | -1        | -2        |
| <i>Lavutslippsbanen</i>                             | <i>13</i>                                      | <i>15</i> | <i>12</i> | <i>10</i> | <i>41</i>                      | <i>37</i>  | <i>35</i>  | <i>34</i>  | <i>10</i>                                  | <i>11</i> | <i>10</i> | <i>10</i> |
| <b>Petroleumsvirksomhet</b>                         |  |           |           |           |                                |            |            |            |  |           |           |           |
| <b>Referansebanen</b>                               | <b>15</b>                                      | <b>10</b> | <b>7</b>  | <b>5</b>  | <b>1</b>                       | <b>0</b>   | <b>0</b>   | <b>0</b>   | <b>0</b>                                   | <b>0</b>  | <b>0</b>  | <b>0</b>  |
| 12 Elektrifisering av sokkelen                      | 0  | -3        | -3        | -3        | 0                              | 3          | 6          | 9          | 0  | 0         | 0         | 0         |
| <i>Lavutslippsbanen</i>                             | <i>15</i>                                      | <i>7</i>  | <i>4</i>  | <i>2</i>  | <i>1</i>                       | <i>3</i>   | <i>6</i>   | <i>9</i>   | <i>0</i>                                   | <i>0</i>  | <i>0</i>  | <i>0</i>  |
| <b>Elektrisitetsproduksjon</b>                      |  |           |           |           |                                |            |            |            |  |           |           |           |
| <b>Referansebanen (fra tabell 7.3)</b>              | <b>0</b>                                       | <b>5</b>  | <b>11</b> | <b>20</b> |                                |            |            |            |  |           |           |           |
| <i>Lavutslippsbanen (fra tabell 7.3)</i>            | <i>0</i>                                       | <i>0</i>  | <i>1</i>  | <i>1</i>  |                                |            |            |            |  |           |           |           |
| <b>Kraftdistribusjon</b>                            |  |           |           |           |                                |            |            |            |  |           |           |           |
| <b>Referansebanen</b>                               |  |           |           |           | <b>11</b>                      | <b>13</b>  | <b>16</b>  | <b>20</b>  | <b>0</b>                                   | <b>0</b>  | <b>0</b>  | <b>0</b>  |
| 15 Opprusting av elnettet                           |  |           |           |           | 0                              | -1         | -2         | -4         | 0  | 0         | 0         | 0         |
| <i>Lavutslippsbanen</i>                             |  |           |           |           | <i>11</i>                      | <i>12</i>  | <i>14</i>  | <i>16</i>  | <i>0</i>                                   | <i>0</i>  | <i>0</i>  | <i>0</i>  |
| <b>Øvrig aktivitet</b>                              |  |           |           |           |                                |            |            |            |  |           |           |           |
| <b>Referansebanen</b>                               | <b>0</b>                                       | <b>0</b>  | <b>0</b>  | <b>0</b>  | <b>44</b>                      | <b>53</b>  | <b>71</b>  | <b>96</b>  | <b>0</b>                                   | <b>0</b>  | <b>0</b>  | <b>0</b>  |
| <i>Lavutslippsbanen</i>                             | <i>0</i>                                       | <i>0</i>  | <i>0</i>  | <i>0</i>  | <i>44</i>                      | <i>50</i>  | <i>59</i>  | <i>74</i>  | <i>0</i>                                   | <i>0</i>  | <i>0</i>  | <i>0</i>  |
| <b>Sammendrag for Norge</b>                         |  |           |           |           |                                |            |            |            |  |           |           |           |
|   |  |           |           |           |                                |            |            |            |  |           |           |           |
| <b>Sum referansebanen</b>                           | <b>54</b>                                      | <b>59</b> | <b>62</b> | <b>69</b> | <b>128</b>                     | <b>142</b> | <b>165</b> | <b>197</b> | <b>14</b>                                  | <b>15</b> | <b>16</b> | <b>17</b> |
| <i>Sum lavutslippsbanen</i>                         | <i>54</i>                                      | <i>42</i> | <i>28</i> | <i>19</i> | <i>128</i>                     | <i>134</i> | <i>148</i> | <i>162</i> | <i>14</i>                                  | <i>21</i> | <i>24</i> | <i>26</i> |

Kilde: Lavutslippsutvalget.

**Tabell 3. Inndekningsplan for elektrisitet og biomasse i Referanse- og Lavutslippsbanen, samt resulterende utslipp av klimagasser fra elektrisitetsproduksjon.**

| <b>Inndekningsplan for nettstrøm (TWh per år)</b>                                |   | 2005       | 2020       | 2035       | 2050       |
|--|---|------------|------------|------------|------------|
| <b>Referansebanen</b>  |   |            |            |            |            |
| <b>Forbruk</b>   |   | <b>128</b> | <b>142</b> | <b>165</b> | <b>197</b> |
| <b>Produksjon</b>  | Vannkraft                                       | 118        | 125        | 127        | 127        |
|  | Gasskraft uten CO <sub>2</sub> -håndtering      | 0          | 13         | 32         | 59         |
|  | Vindkraft                                       | 1          | 3          | 6          | 10         |
| <b>Import</b>  | Import av kraft (= forbruk - produksjon)        | 9          | 1          | 0          | 1          |
| <b>Lavutslippsbanen</b>  |   |            |            |            |            |
| <b>Forbruk</b>   |   | <b>128</b> | <b>134</b> | <b>148</b> | <b>162</b> |
| <b>Produksjon</b>  | Vannkraft                                       | 118        | 125        | 127        | 127        |
| <i>Tiltak 14</i>   | Gasskraft med CO <sub>2</sub> håndtering        | 0          | 5          | 10         | 15         |
| <i>Tiltak 13a</i>  | Vindkraft                                       | 1          | 7          | 10         | 15         |
| <i>Tiltak 13b</i>  | Småvannkraft                                    | 0          | 4          | 5          | 6          |
| <i>Tiltak 13c</i>  | Annen fornybar kraft                            | 0          | 1          | 2          | 3          |
| <b>Import</b>  | Import av kraft (= forbruk - produksjon)        | 9          | -8         | -6         | -4         |
| <b>Resulterende klimautslipp fra strømproduksjonen (MtCO<sub>2</sub> per år)</b> |   | 2005       | 2020       | 2035       | 2050       |
| <b>Referansebanen</b>  | <b>Gasskraft uten CO<sub>2</sub>-håndtering</b> | <b>0</b>   | <b>5</b>   | <b>11</b>  | <b>20</b>  |
| <i>Lavutslippsbanen</i>  | <i>Gasskraft med CO<sub>2</sub>-håndtering</i>  | 0          | 0          | 1          | 1          |
| <b>Inndekningsplan for biomasse (Mm<sup>3</sup> per år)</b>                      |   | 2005       | 2020       | 2035       | 2050       |
| <b>Referansebanen</b>  |   |            |            |            |            |
| <b>Forbruk</b>   |   | <b>14</b>  | <b>15</b>  | <b>16</b>  | <b>17</b>  |
| <b>Memo</b>  | Tilvekst i norsk skog                           | 25         | 30         | 35         | 40         |
| <b>Produksjon</b>  | Avvirkning i norske skoger                      | 10         | 11         | 12         | 13         |
|  | Energivekster                                   | 0          | 0          | 1          | 2          |
|  | Anvendt avfall                                  | 1          | 2          | 2          | 2          |
| <b>Import</b>  | Import av virke (= forbruk - produksjon)        | 3          | 1          | 1          | 0          |
| <b>Lavutslippsbanen</b>  |   |            |            |            |            |
| <b>Forbruk</b>   |   | <b>14</b>  | <b>21</b>  | <b>24</b>  | <b>26</b>  |
| <b>Memo</b>  | Tilvekst i norsk skog                           | 25         | 30         | 35         | 40         |
| <b>Produksjon</b>  | Avvirkning i norske skoger                      | 10         | 13         | 16         | 19         |
|  | Energivekster                                   | 0          | 1          | 2          | 3          |
|  | Anvendt avfall                                  | 1          | 2          | 2          | 2          |
| <b>Import</b>  | Import av virke (= forbruk - produksjon)        | 3          | 5          | 4          | 2          |

Kilde: Lavutslippsutvalget

**Tabellene er basert på følgende forutsetninger:**

1 Mt fyringsolje skaper 11 TWh varme.

Produksjon av 1 TWh strøm fra gasskraftverk leder til utslipp av 0,34 MtCO<sub>2</sub>.Produksjon av 1 TWh varme med vedfyring krever 0,5 Mm<sup>3</sup> trevirke.Produksjon av 1 Mt biodrivstoff krever 4 Mm<sup>3</sup> trevirke.

Noen summer stemmer ikke på grunn av avrundingsfeil. Utslipp i 2005 er basert på modellsimuleringer og kan avvike noe fra faktiske utslipp.

gassutslipp fra internasjonal luft- og skipsfart. Norges forhandlinger/diplomati må være rettet mot å få til utvidet deltakelse både med hensyn til sektorer (fly/skip/bransjer) og land/regioner i systemet opprettet under Kyoto-protokollen.

### Hva koster lavutslippssamfunnet?

Utvalget fikk gjennomført beregninger som sannsynliggjør at de makroøkonomiske kostnadene ikke behøver å bli store, forutsatt at helhetsløsningen fases inn ved naturlige fornyingsbehov og klimavennlige løsninger velges systematisk ved nyinvesteringer. Beregningene ble utført av Statistisk sentralbyrå ved hjelp av en versjon av den generelle likevektsmodellen MSG-6. Grunnlagsdata knyttet til de ulike tiltakene (kostnader og virkninger på utslipp, eventuelt energibruk) ble gitt av Lavutslippsutvalget. Beregningene er utførlig dokumentert av Åvitsland (2006), se også artikkel av Åvitsland i dette nummeret. Resultatet viser marginale endringer i BNP og privat konsum i Lavutslippsbanen fram mot 2050, begge deler av størrelsesorden en halv prosent av de tilsvarende størrelser i Referansebanen. Det er særlig utvalgets forutsetning om at bilparkens klimagassutslipp kan reduseres uten samfunnsøkonomiske kostnader, samt lave kostnader ved energieffektiviseringstiltak innen oppvarming som bidrar til dette.

Selv om de samlede makroøkonomiske kostnadene ved utvalgets helhetsløsning er små, framstår flere av enkelttiltakene som bedriftsøkonomiske kostbare i dag, også sett i forhold til kvoteprisen i EUs kvotehandelsystem siste år (av størrelsesorden euro 20 per tonn CO<sub>2</sub> eller om lag 160 kr. per tonn CO<sub>2</sub>). Men utvalget påpekte at tiltakene ofte har karakter av å være investeringer i norsk kompetanseoppbygging og næringsutvikling i tillegg til å redusere utslippene. Utvalget valgte ikke å legge stor vekt på detaljer i kostnadsberegningene. Det viktige for utvalget var å få illustrert at helhetsløsningen synes å ha små makroøkonomiske kostnader for Norge.

Denne konklusjonen er i tråd med flere internasjonale studier i det siste. For eksempel har *The Energy Journal* nylig utgitt et spesialnummer om modeller med såkalt endogen teknologisk endring, der et flertall av modellstudiene viser lave kostnadsnivå i tråd med SSBs beregninger (The Energy Journal, 2006, Edenhofer et al., 2006). Like interessant er en studie fra California som ble publisert i mars i år (Climate Action Team, 2006), der en kommisjon skulle redegjøre for hvordan klimagassutslippene i California kan reduseres med 80 prosent innen 2050. Kommisjonen kom opp med en tiltaksliste ikke ulik den Lavutslippsutvalget fremmet, og beregnet de økonomiske kostnadene til å være svært små. Endelig bekrefter IEA i sin rapport til G8-møtet sommeren 2006 den samme konklusjon når det gjelder ulike teknologiers potensial for å levere utslippsreduksjoner og kostnadene ved dette, dog med et unntak for mulighetene til å reduse-

re utslipp fra transport så drastisk som utvalget har anført (IEA, 2006). Det synes derfor som utvalgets konklusjoner er i tråd med andre nyere internasjonale studier på feltet.

I et perspektiv på 40 til 50 år vil næringsstrukturen uansett endres mye, og valg av klimavennlige og energieffektive løsninger vil derfor oppleves som framtidsrettet. Satsing på utdanning, forskning, utvikling og utprøving av klimavennlige teknologier vil uansett gi samfunnet en teknologisk kompetanse og et økonomisk fortrinn som vil komme godt med i en framtid med raske endringer.

### Viktige prinsipper ved valg av virkemidler

Gitt utvalgets langsiktige anbefalinger, hvordan kan disse implementeres? Utvalget understreket i denne sammenheng noen viktige prinsipper som bør legges til grunn for konkret politikktutforming på området:

For det første bør tiltakene forankres godt i befolkningen gjennom et systematisk informasjonsarbeid der klimaproblemet beskrives med utgangspunkt i vitenskapelig kunnskap og muligheter for utslippsreduksjoner klargjøres (en Klimavettkampanje). Utvalget mente dette må til for å skape nødvendig politisk aksept for utvalgets forslag til tiltak.

For det andre bør alle priser avspeile de eksterne kostnadene eller gevinstene ved produksjon og forbruk av varer og tjenester. Spesielt gjelder dette kostnader knyttet til utslipp av klimagasser. På denne måten vil forbrukerne få bedre veiledning om hva som er klimavennlig atferd. I tillegg vil man sikre likebehandling av ulike klima- og energiteknologier og sikre at ingen sektorer faller utenom virkemiddelbruken. Stabilt høye energi- og utslippspriser vil bidra til å sette i gang tallrike tiltak for å redusere klimagassutslippene, inklusive alle tiltakene i utvalgets helhetsløsning.

For det tredje må forbrukerne gis informasjon om miljøeffektene av sine valg gjennom standardisert merking av varer og tjenester med hensyn på klimabelastningen ved produksjon og bruk av disse.

Til sist, det er meget viktig at det gis langsiktige og troverdige signaler om hva som er nødvendige utslippsreduksjoner, for å spre dem over tid og dermed begrense omstillingskostnadene. Teknologiskifter må så langt som mulig gjøres som ledd i den naturlige utskifting av utstyr og ved etablering av nye anlegg.

### Hva er de første skritt?

Tiltakene beskrevet i Helhetsløsningen vil redusere utslippene vesentlig på sikt. For å minimalisere kostnadene må imidlertid arbeidet med utslippsreduksjoner starte tidlig, slik at nye teknologiske løsninger fases inn når utstyr likevel skal fornyes. Gitt den lange levetiden til bygninger, infrastruktur og maskiner er det helt essensielt at det gis tydelige politiske signaler

om at dagens utslippsnivå er uakseptabelt. Dette gjøres lettest ved å sørge for at alle klimagassutslipp har en reell kostnad (utslippsavgift, kvotepris), at økonomisk nedskrivning av gammelt utslippsintensivt utstyr akselereres og ved at det gis sterke insentiver til utvikling av mer klimavennlig teknologi. Utvalget anbefalte derfor at følgende tiltak gjennomføres allerede i inneværende stortingsperiode, dvs. før 2009:

- Iverksetting av informasjonstiltak knyttet til klimaproblemet («Klimavettkampanjen») – gjennom langvarig statstøtte til informasjon om klimaproblemet og hvordan enkeltindividet kan bidra til å redusere utslipp uten forringelse av sin livskvalitet.
- Støtte til «Lavutslippsutvalgets teknologipakke» og teknologisatsingen anbefalt av Forskningsrådets klimaforskningsutvalg – gjennom store og langsiktige bevilgninger til prioriterte forskningsoppgaver, herunder forskning for økt forståelse av beslutningsprosesser tilknyttet klimatiltak.
- Videreutvikling av teknologiske nyvinninger gjennom etablering av pilot- og demonstrasjonsprosjekter.
- Realisering av CO<sub>2</sub>-fangst og -lagring i alle gass- og kullkraftverk.
- Innfasing av lav- og nullutslippskjøretøy – gjennom mer miljøtilpassede bilavgifter (registreringsavgift, årsavgift, etc., for eksempel i tråd med NAFs forslag), statlig innkjøp og statlig pålegg og gjennom å sikre omsetting av biodrivstoff (minst 5 prosent av omsetningen innen 2009).
- Økt satsing på CO<sub>2</sub>-nøytral fyring – gjennom støtte til varmesystemer basert på biobrensel og varmepumper og innføring av returpant på gamle olje- og gasskjeler.
- Økt satsing på energieffektivisering – gjennom skjerpete bygningsstandarder for energiforbruket per m<sup>2</sup> i bygg.
- Etablering av tydelige, stabile og langsiktige støtteordninger til utvikling av fornybare energikilder til erstatning for ordningen med «grønne sertifikater» som det ikke ble noe av. Her må også energileveranser til varmemarkedet inkluderes.
- Stimulering av klimavennlige offentlige innkjøp gjennom omfattende motivasjons og opplæringsstiltak blant relevante ansatte og sterkere håndheving av reglene for offentlige innkjøp.
- Utarbeiding (i departementene) av sektorvise tiltaksplaner og forslag til virkemidler for å nå målet om et klimavennlig Norge.
- Arbeide aktivt for at det europeiske kvotehandels-systemet og systemet under Kyoto-protokollen videreutvikles, og at flere land og sektorer tar på seg bindende utslippsforpliktelser.

## Lavutslippsutvalgets konklusjon

Oppsummeringsvis konkluderte Lavutslippsutvalget med at det å redusere de norske klimagassutslippene med to tredjedeler fra dagens nivå innen 2050 er:

- nødvendig, gjørbart, og ikke umulig dyrt.

Norge kan derfor uten vesentlige forsakelser bli et klimavennlig land innen midten av dette århundret, og dermed vise vei mot en global løsning på klimautfordringen.

## Mer informasjon

*Et klimavennlig Norge*, NOU 2006:18, Miljøvern-departementet, Oslo.

<http://www.lavutslipp.no>

## Referanser

Azar, C., 2005: Post-Kyoto climate policy targets: costs and competitiveness implications, *Climatic change* 5, p. 309-328.

Barnola, J.M., D. Raynaud, C. Lorius and N.I. Barkov, 1999: Historical CO<sub>2</sub> record from the Vostok ice core, In *Trends: A Compendium of Data on Global Change*. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, U.S. Department of Energy, Oak Ridge, Tenn., U.S.A.

Climate Action Team, 2006: Climate Action Team Report to Governor Schwarzenegger and the California Legislature: Executive Summary, California Environmental Protection Agency.

Criqui, A. Kitous., M. Berk, M. den Elzen, B. Eickhout, P. Lucas, D. van Vuuren, N. Kouvaritakis, D. Vanreemorter, B. de Vries, H. Eerens, R. Oostenrijk, L. Paroussos, 2003: Greenhouse gases reduction pathways in the UNFCCC process up to 2025, Technical Report — European Commission, Environment DG, Brussels.

Edenhofer, O., K. Lessmann, C. Kemfert, M. Grubb and J. Köhler, 2006: Induced technological change: Exploring its implications for the economics of atmospheric stabilization: Synthesis report from the innovation modeling comparison project, *Energy Journal special issue*, Vol. 27 (3).

EEA, 2005: Climate change and a European low-carbon energy system, EEA-report No 1, 2005, Copenhagen, 76 pp.

Eickhout, B., Den Elzen, M.G.J. and Vuuren, D.P. van, 2003: Multi-gas emission profiles for stabilising greenhouse gas concentrations: Emission implications of limiting global temperature increase to 2°C. RIVM Report 728001026. The Netherlands.



Forskningsrådet, 2006: Nasjonal handlingsplan for klimaforskning. Styrking av strategisk helhet og langsiktighet i norsk klimaforskning. Rapport fra Klimaforskningsutvalget 2006.

IEA, 2006: Energy technology perspectives. Scenarios & strategies to 2050, Paris.

Keeling, C.D. and T.P. Whorf, 2005: Atmospheric CO<sub>2</sub> records from sites in the SIO air sampling network, In Trends: A Compendium of Data on Global Change. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, U.S. Department of Energy, Oak Ridge, Tenn., U.S.A.

Lowenstein, T. K. and R. V. Demicco, 2006: Elevated Eocene Atmospheric CO<sub>2</sub> and Its Subsequent Decline, *Science* 29 September 2006: 1928.

Meinshausen, M., 2004: On the risk of overshooting 2°C, Presentasjon gitt på: Side-Event «Climate Risks and 2°C» at COP-10, Buenos Aires, 15 December 2004.

Petit, J.R., J. Jouzel, D. Raynaud, N.I. Barkov, J.-M. Barnola, I. Basile, M. Bender, J. Chappellaz, M. Davis, G. Delayque, M. Delmotte, V.M. Kotlyakov, M. Legrand, V.Y. Lipenkov, C. Lorius, L. Pépin, C. Ritz, E. Saltzman, and M. Stievenard, 1999: Climate and atmospheric history of the past 420,000 years from the Vostok ice core, Antarctica, *Nature* 399: 429-436. Data hos: [http://cdiac.ornl.gov/trends/temp/vostok/jouz\\_tem.htm](http://cdiac.ornl.gov/trends/temp/vostok/jouz_tem.htm)

The Energy Journal, 2006: Endogenous technological change and the economics of atmospheric stabilisation special issue. *The Energy Journal special issue* Vol 27 (3).

UNFCCC, 1992: United Nations Framework Convention on Climate Change, <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/conveng.pdf>.

WBGU, 2003a: German Advisory Council on Global Change: Climate protection strategies for the 21st century: Kyoto and beyond, Special Report 2003, WBGU, Berlin, Germany.

WBGU, 2003b: German Advisory Council on Global Change: World in transition: towards sustainable energy systems. WBGU Berlin. 2004. Website [www.co2e.com](http://www.co2e.com)

Åvitsland, T., 2006: Reductions in greenhouse gas emissions – calculations for «The low emission commission», kommer i serien Rapport fra Statistisk sentralbyrå, Oslo.